

**ABUNDÂNCIA, FREQUÊNCIA E GRAU DE
AGREGAÇÃO DO PAU-ROSA (*Aniba duckei*
KOSTERMANS) NA FLORESTA NACIONAL
DO TAPAJÓS**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU
Belém, PA.

MINISTRO DA AGRICULTURA

Ângelo Amaury Stabile

Presidente da EMBRAPA

Eliseu Roberto de Andrade Alves

Diretoria Executiva da EMBRAPA

Ágide Gorgatti Netto

— Diretor

José Prazeres Ramalho de Castro

— Diretor

Raymundo Fonsêca Souza

— Diretor

Chefia do CPATU

Cristo Nazaré Barbosa do Nascimento

— Chefe

José Furlan Júnior

— Chefe Adjunto Técnico

José de Brito Lourenço Junior

— Chefe Adjunto Administrativo

EMBRAPA

**A
N
O** **15** 1973
1983

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO

**ABUNDÂNCIA, FREQUÊNCIA E GRAU DE AGREGAÇÃO DO PAU-ROSA
(Aniba duckei KOSTERMANS) NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

João Olegário Pereira de Carvalho



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU
Belém, PA.

ABUNDÂNCIA, FREQUÊNCIA E GRAU DE AGREGAÇÃO DO PAU-ROSA (*Aniba duckei* KOSTERMANS) NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

João Olegário Pereira de Carvalho¹

RESUMO — Determinação da abundância, posição sociológica e grau de agregação de *Aniba duckei* Kostermans (pau-rosa), em uma área de 35 ha na Floresta Nacional do Tapajós. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: elevada ocorrência de pau-rosa em toda a área e, principalmente, nas classes de tamanho inferiores, com uma abundância de 66,31 plantas por hectare e uma frequência de 91,43%; maior número de plantas na classe U_1 (altura entre 30 e 150 cm), com 53,77% do total, seguida da classe U_2 (altura entre 150 e 300 cm), com 35,33%; grande irregularidade na distribuição da espécie na área, com uma parcela apresentando 514 plantas e três parcelas com ocorrência nula; e as plantas com altura inferior a três metros apresentam tendência a se agrupar e aquelas com altura igual ou superior a três metros ocorrem em grupos.

Termos para indexação: estrutura de florestas, inventário florestal, regeneração natural.

ABUNDANCE, FREQUENCY AND DEGREE OF AGGREGATION OF PAU-ROSA (*Aniba duckei* KOSTERMANS) IN THE NATIONAL FOREST OF TAPAJÓS

ABSTRACT — The study deals with the abundance, frequency, sociological aspects and the degree of aggregation of *Aniba duckei* Kostermans, in 35 ha area in National Forest of Tapajós in the State of Para. The plants occur with abundance equal to 66.31 plants per ha and frequency equal to 91.43 per cent; the number of plants is greater in the lower sociological classes; plants smaller than 3 meters height show a tendency to grouping while those greater than 3 meters height occur in groups.

Index terms: structure of forests, forest inventory, natural regeneration.

¹ Eng.º Florestal, M.Sc. Pesquisador da EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66.000. Belém, PA.

INTRODUÇÃO

O pau-rosa (**Aniba duckei** Kostermans) é uma espécie de suma importância por produzir um óleo essencial, rico em linalol, largamente empregado na indústria de perfumaria (Banco da Amazônia 1970). O óleo essencial de pau-rosa já chegou a ocupar o terceiro lugar na pauta de exportação da região amazônica (Brasil 1971/72).

Não se tem notícia de levantamentos para avaliar a ocorrência e distribuição do pau-rosa. Registram-se apenas expedições com fins de exploração comercial, sem a preocupação de avaliar o volume de madeira existente e que, devido ao elevado valor, sempre foi satisfatório para uma operação lucrativa.

Este trabalho foi efetuado em uma área onde havia grande ocorrência de árvores de pau-rosa até o fim dos anos 60. Nesse período, as usinas de extração de óleo, localizadas dentro da floresta, exploraram todas as árvores da espécie, independentemente de altura ou diâmetro, deixando a mata, praticamente, sem nenhum exemplar. Inventário recente realizado por Carvalho (1980), na área em questão, mostrou número considerável de plantas de regeneração natural de pau-rosa, que despertou interesse para a realização deste estudo, cujo objetivo foi determinar a abundância, a frequência, a posição sociológica e o grau de agregação das plantas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Considerações gerais sobre a espécie

Bastos (1943) e Brasil (1971/72) afirmam que o pau-rosa na América do Sul é conhecido desde 1762 e 1764, quando Aublet o encontrou na Guiana Francesa, registrando as características principais em sua "Histoire des Plantes de la Guiana Française", editada em 1775. Classificou-o como **Licaria guianensis** Aubl., lembrança ao nome "Licari", pelo qual os índios chamavam a árvore.

Surgiram divergências a respeito da classificação da espécie. De acordo com Bastos (1943), somente em 1926 Adolfo Ducke, com material botânico da região brasileira do Oiapoque, verificou tra-

tar-se de uma nova espécie de **Aniba** e classificou-a como **Aniba rosaedora**. Com o início da exploração de pau-rosa em Juriti Velho-PA, por volta de 1924, Ducke verificou que este diferia do pau-rosa guianense e chamou-o de **Aniba rosaedora** var. *amazônica*, que Kostermans, em 1938, propôs passasse a ser uma espécie distinta, a **Aniba duckei**.

A importância econômica teve início em 1875, quando Samarám, na França, o destilou obtendo um óleo essencial e, em 1881, Morin, naquele país, separou um álcool do óleo essencial, ao qual deu o nome de linalol (Brasil 1971/72).

O pau-rosa, além da Amazônia brasileira, é encontrado no Suriname, nas bacias dos rios Tapanahoni e Gonini; na Guiana Francesa, no rio Oiapoque; no Peru, em Iquitos, nos rios Napo e Pucallpa; na Colômbia e no Equador (Brasil (1971/72).

No Brasil, seu habitat ótimo, é nas áreas que margeiam o alto e médio Amazonas. As faixas de maior concentração situam-se na parte meridional, desde o rio Curuá-Una até o Peru, e na setentrional, desde o rio Trombetas até a Colômbia (Brasil 1971/72 e Loureiro et al. 1979).

A espécie ocorre em Latossolos Amarelos e Vermelhos, tanto de fase argilosa como arenosa, e é, essencialmente, de terras firmes e altas, preferencialmente nas cabeceiras de igarapés (Brasil 1971/72).

A reprodução do pau-rosa pode ser feita por sementes com até 91% de germinação e 100% de sobrevivência no campo, de acordo com Loureiro et al. (1979) e também vegetativamente, por estacas, segundo Vieira Neto (1972).

Características da árvore

Segundo Loureiro et al. (1979), o pau-rosa atinge uma altura de até 30 metros. Possui todas as suas partes aromáticas. Apresenta uma casca pardo-avermelhada, caduca, caindo em placas. As folhas são semi-coreáceas, lisas, com a margem plana ou ligeiramente recurvada, ápice bastante acuminado e base aguda.

As inflorescências são em panículas multifloras delicadas. Flores ferrugíneas, pequenas (1 mm); filetes curtos com anteras de

deiscência valvar (as duas séries exteriores) minutíssimas. O aparecimento das flores se dá durante a estação chuvosa, nos meses de abril e maio, quando acontece a mudança foliar (Loureiro et al. 1979).

Araújo (1970) afirma que a frutificação ocorre juntamente com a mudança foliar. Segundo Loureiro et al. (1979), o fruto apresenta uma cúpula bastante espessa.

MATERIAL E MÉTODOS

Características da área estudada

O levantamento foi efetuado em uma área da Floresta Nacional do Tapajós, no Estado do Pará, com relevo plano e solo do tipo Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (Brasil 1976).

Carvalho (1980), baseando-se em dados meteorológicos de Belterra, localidade que dista 35 km da área estudada, afirma que o clima da região é Am, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual está em torno de 2.100 mm, com uma estação de menor pluviosidade de um a cinco meses, com temperatura média anual de 25,0°C e altitude de 175 m.

A tipologia vegetal local é classificada por Dubois (1976) como mata alta sem babaçu. É uma floresta densa não explorada comercialmente, com exceção das espécies: maçaranduba (**Manilkara huberi** (Ducke) Standley), freijó (**Cordia goeldiana** Huber), cedro (**Cedrela odorata** L.) e o próprio pau-rosa, que sofreram exploração seletiva (Carvalho 1980).

Amostragem e obtenção de dados

O estudo desenvolveu-se em uma área de 35 hectares, dividida em 35 parcelas quadradas de um hectare. O levantamento foi feito com intensidade de 100% e, portanto, todas as plantas foram medidas. Nas medições de diâmetros utilizaram-se fitas diamétricas e nas medições de alturas foram utilizadas varas graduadas em decímetros.

A população foi dividida em dois estratos verticais para a análise do grau de agregação das plantas:

- estrato inferior — plantas com menos de três metros de altura;
- estrato superior — plantas com três metros ou mais de altura.

Para analisar o estrato superior foram considerados os dados levantados nas parcelas. Para o levantamento de dados do estrato inferior foram sorteados 210 quadrados de 5 m x 5 m.

Classes de tamanho

As classes de tamanho nas quais foram distribuídas as plantas estudadas, são aquelas utilizadas por Carvalho (1982) e apresentadas na Tabela 1, onde se observa os limites de tamanho da planta, a denominação da classe e a simbologia, que é utilizada nas fichas de campo, gráficos e tabelas.

TABELA 1. Classes de tamanho para as plantas utilizadas no levantamento de *Aniba duckei* Kostermans.

Tamanho da planta	Denominação da classe	Símbolo da classe
$H < 30 \text{ cm}$	Recruta	R
$30 \text{ cm} \leq H < 150 \text{ cm}$	Planta não estabelecida	U_1
$150 \text{ cm} \leq H < 300 \text{ cm}$	Planta não estabelecida	U_2
$H \geq 300 \text{ cm}$ e $DAP < 5 \text{ cm}$	Planta estabelecida	E
$5 \text{ cm} \leq DAP < 10 \text{ cm}$	Vara	1A
$10 \text{ cm} \leq DAP < 15 \text{ cm}$	Vara	1B

H — altura da planta

DAP — diâmetro da planta a 1,30 m do solo

Cálculos e análises

Foram calculados a abundância, a frequência, a posição sociológica e o grau de agregação das plantas. A abundância foi calculada através da relação entre o número de plantas e o número de sub-

parcelas. Este foi o procedimento adotado por Lamprecht (1962) e Carvalho (1982). A frequência foi calculada de acordo com Finol (1971), Lamprecht (1962), Carvalho (1982) e outros autores que utilizaram a relação percentual, entre o número de parcelas em que ocorre a espécie, e o número total de parcelas.

A posição sociológica das plantas foi analisada considerando-se as seis classes de tamanho apresentadas na Tabela 1. Foi calculado o número de plantas por classe de tamanho, para cada parcela, e a abundância por posição sociológica, considerando a relação percentual entre o número de plantas na classe e o número total de plantas.

A agregação das plantas foi analisada através de quatro métodos de determinação do grau de agrupamento, chamados "métodos de quadrados". A análise foi efetuada nos estratos inferior e superior, separadamente. Estes métodos, utilizados por Carvalho (1982) em uma análise de 106 espécies na Floresta Nacional do Tapajós, são descritos a seguir: ~

Índice de MacGuinnes

$$I.G.A = \frac{D}{d}$$

$$D = \frac{\text{Número total de plantas}}{\text{Número total de quadrados}}$$

$$d = - \ln \left(1 - \frac{F}{100} \right)$$

$$F = \frac{\text{Número de quadrados em que ocorre a espécie}}{\text{Número total de quadrados}} \times 100$$

onde:

I.G.A. = índice de grau de agregação

D = densidade observada

d = densidade esperada

F = frequência

\ln = logaritmo natural ou neperiano

Os valores de I.G.A. menores que 1,0 significam tendência a uma distribuição regular. Os valores de I.G.A. maiores que 2,0 indicam agregação.

Índice de Fracker & Brischle

$$K = (D - d)/d^2$$

onde:

K = índice de agregação

D = densidade observada

d = densidade esperada

D e d são calculados como para o índice de MacGuinnes.

Os valores de K menores que 0,15 indicam não agrupamento. Os valores entre 0,15 e 1,0 indicam tendência a se agrupar. Os valores maiores que 1,0 indicam agrupamento.

Índice de Payandeh

$$P = \frac{V}{M}$$

onde:

P = índice de agregação

V = variância do número de plantas por quadrado

M = média do número de plantas por quadrado

Os valores de P menores que 1,0 indicam a inexistência de agrupamento. Os valores de P entre 1,0 e 1,5 indicam tendência a agrupamento e os valores maiores que 1,5 indicam agrupamento.

Índice de Hazen

$$IH = \frac{S^2}{\bar{X}} (n-1)$$

onde:

IH = índice de agregação

S^2 = variância

\bar{X} = média do número de plantas por quadrado

n = número de observações

Os resultados do "método de quadrados" de Hazen são analisados através de Qui-quadrado (X^2). Os valores de IH menores que o valor de Qui-quadrado a um nível de 75% de probabilidade significam não agrupamento da espécie e os valores de IH maiores que Qui-quadrado a 99% de probabilidade indicam agrupamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas medidas nos 35 ha apresentaram uma variação em altura desde 20 cm até 20 m e um diâmetro máximo de 15 cm. Foram encontradas plantas isoladas assim como agrupadas, com até 144 indivíduos em um mesmo grupo dentro da parcela e na mesma classe de tamanho.

A abundância e a frequência das plantas de pau-rosa, em diferentes classes de tamanho, estão na Tabela 2.

TABELA 2. Abundância e frequência das plantas de *Aniba duckei* Kostermans na Floresta Nacional do Tapajós.

Parâmetro	Classe de tamanho						Total
	R	U ₁	U ₂	E	1A	1B	
Abundância (N/ha)	6,29	53,77	35,33	3,83	0,26	0,52	66,31
Frequência (%)	80	91	80	57	6	31	91,43

A Tabela 3 apresenta a distribuição de plantas nas classes de tamanho em cada parcela, além de apresentar o total por classe de tamanho e por parcela.

O total de plantas existente na área é de 2.321. A classe que apresentou o maior número de plantas foi a U₁ com 1.248 indivíduos e uma média de 35,66 por hectare, correspondendo a 53,77% do total de plantas, seguida da classe U₂ com 820 plantas e 23,43 por hectare, correspondendo a 35,33%. O menor número de plantas se verificou na classe 1A, que em toda a área apresentou apenas seis exemplares.

A maior frequência de plantas na área se verificou nas classes de tamanho mais baixas. As plantas de classe U₁ estão presentes em 91% das parcelas, a seguir vêm as plantas das classes R e U₂ com 80% de frequência, cada uma. Na classe E a frequência é de 57%, na 1A é de 6% e na 1B é de 31%.

A Fig. 1 ilustra a distribuição das plantas nas classes de tamanho.

TABELA 3. Distribuição das plantas de *Aniba duckei* Kostermans em classes de tamanho.

Parcela	Classe de tamanho						Total
	R	U ₁	U ₂	E	1A	1B	
1	5	90	7	1	—	—	103
2	8	32	4	11	—	—	55
3	—	15	7	—	—	—	22
4	2	7	3	—	—	—	12
5	4	50	21	—	1	—	76
6	6	83	4	2	—	—	95
7	1	11	7	1	—	—	20
8	2	41	—	—	—	—	43
9	6	95	35	8	—	1	145
10	7	38	18	5	—	1	69
11	5	31	8	—	—	—	44
12	3	24	5	1	—	1	34
13	5	49	59	4	—	1	118
14	14	66	419	15	—	—	514
15	4	2	1	1	—	—	14
16	15	64	131	13	5	—	228
17	2	18	5	1	—	—	26
18	3	18	5	—	—	—	26
19	3	9	7	12	—	—	31
20	12	67	41	1	—	1	122
21	13	35	12	2	—	—	62
22	—	30	3	—	—	1	34
23	—	3	—	2	—	—	5
24	1	11	1	—	—	1	14
25	5	9	1	—	—	2	17
26	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—
29	1	21	—	3	—	1	26
30	2	75	3	1	—	—	81
31	4	68	7	2	—	1	82
32	9	128	1	—	—	—	138
33	1	13	1	—	—	—	15
34	3	25	—	3	—	1	32
35	—	14	4	—	—	—	18
Total	146	1.248	820	89	6	12	2.321

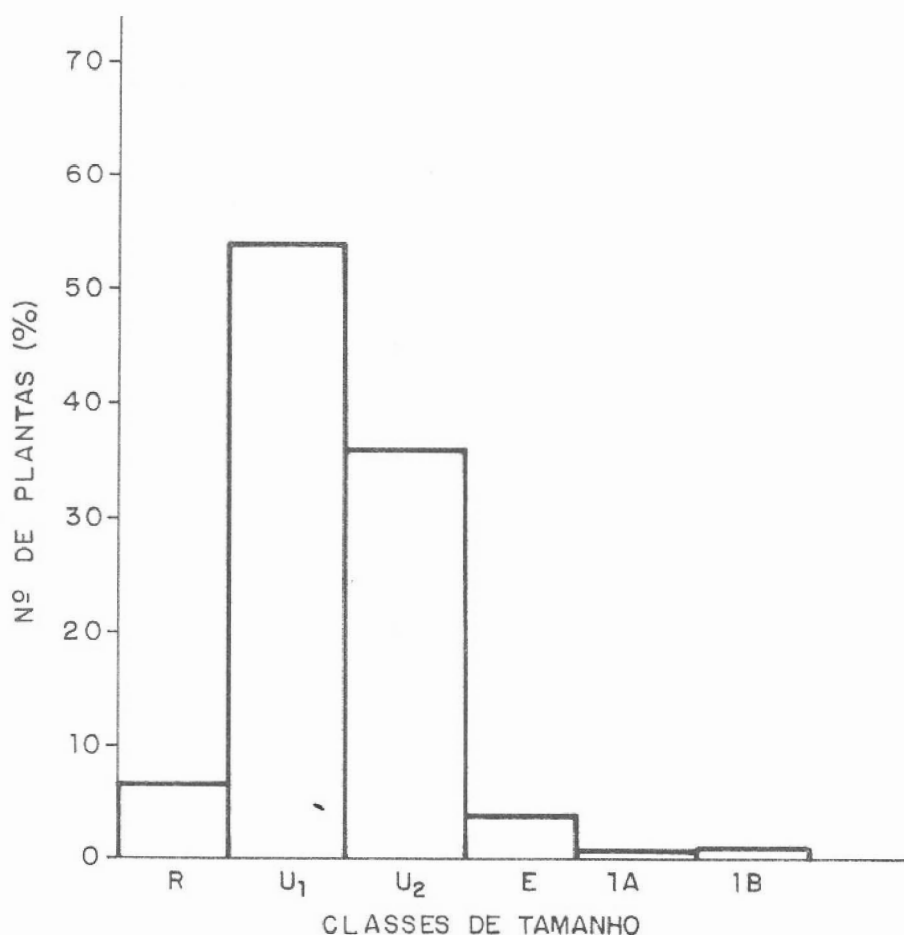


FIG. 1. Distribuição das plantas de **Aniba duckei** Kostermans em classes de tamanho

A parcela 14 apresentou o maior número de plantas: quatorze na classe R; 66 na U₁; 419 na U₂ e quinze na E, perfazendo um total de 514. Em seguida vem a parcela 16 com 228 plantas, a 9 com 145, a 32 com 138, a 20 com 122, a 13 com 118 e a 1 com 103. As demais apresentaram números inferiores a 100 plantas, com uma média de 34 por parcela. As parcelas 26, 27 e 28 não apresentaram exemplares da espécie.

Com exceção das três parcelas onde não ocorreram plantas da espécie, todas as demais apresentaram exemplares na classe U₁. As classes R e U₂ apresentaram plantas em 28 parcelas. Em apenas duas parcelas (5 e 16) se verificou a ocorrência de elementos da classe 1A.

A Tabela 4 apresenta os graus de agrupamento das plantas obtidos através dos métodos de determinação de índices de agregação.

TABELA 4. Graus de Agregação (G.A.) das plantas de Aniba duclei Kostermans nos estratos inferior e superior na Floresta Nacional do Tapajós.

Método	Número de		Frequência (%)	Densidade		Média	Variância	G. A.
	Parcela	Planta		Observada	Esperada			
Estrato inferior								
MacGuinnes	210	85	20	0,40	0,22	—	—	1,82
Fracker & Brischle	210	85	20	0,40	0,22	—	—	3,60
Payandeh	210	85	—	—	—	0,40	1,47	3,68
Hazen	210	85	—	—	—	0,40	1,47	768,08
Estrato superior								
MacGuinnes	35	107	69	3,06	1,17	—	—	2,62
Fracker & Brischle	35	107	69	3,06	1,17	—	—	1,38
Payandeh	35	107	—	—	—	3,06	20,64	6,75
Hezen	35	107	—	—	—	3,06	20,64	229,33

Comparando os resultados dos índices de determinação do grau de agregação, calculados para os estratos verticais, verificou-se que no estrato inferior (alturas inferiores a três metros) as plantas apresentaram uma grande tendência a ocorrer em agrupamentos, demonstrando, portanto, uma distribuição aleatória na área, e no estrato superior (altura igual ou superior a três metros) as plantas ocorreram de forma totalmente agrupada, não apresentando distribuição aleatória.

Analisaram-se, ainda, os índices de uma forma geral, ou seja, sem considerar as separações em estratos. Esta análise foi feita em quadrados de 5 m x 5 m e, também, em quadrados de 100 m x 100 m. Os resultados estão na Tabela 5.

Nas parcelas de 5 m x 5 m, na análise geral, as plantas mostraram apenas tendência a se agrupar (distribuição aleatória) e nas parcelas de 100 m x 100 m apresentaram uma ocorrência totalmente agrupada (distribuição não aleatória). Este fato vem ratificar a afirmativa de Silva & Lopes (1982) a respeito da influência nos resultados, causada pelo tamanho da parcela, quando são utilizados os "métodos de quadrados" na determinação do grau de agregação das plantas.

CONCLUSÕES

As plantas apresentaram grande ocorrência em toda a área, principalmente, nas classes de tamanho mais baixas, com uma abundância de 66,31 plantas por hectare e uma frequência de 91,43%.

Existe grande irregularidade na distribuição da espécie na área.

As plantas com alturas inferiores a três metros apresentam forte tendência a se agrupar, porém ocorrem aleatoriamente na área, e aquelas com alturas iguais ou superiores a três metros ocorrem em grupos.

TABELA 5. Graus de agregação (G.A.) das plantas de *Aniba duckei* Kostermans na Floresta Nacional do Tapajós, em parcelas de tamanhos diferentes, sem considerar separação em estratos.

Método	Número de		Frequência (%)	Densidade		Média	Variância	G. A.
	Parcela	Planta		Observada	Esperada			
Parcelas de 5 m x 5 m (0,0025 ha)								
MacGuinnes	210	88	20,95	0,42	0,23	—	—	1,80
Fracker & Brischle	210	88	20,95	0,42	0,23	—	—	1,80
Payandeh	210	88	—	—	—	0,42	0,56	1,30
Hazen	210	88	—	—	—	0,42	0,56	780,63
Parcelas de 100 m x 100 m (1 ha)								
MacGuinnes	35	2321	91,43	2,46	66,31	—	—	27,00
Fracker & Brischle	35	2321	91,43	2,46	66,31	—	—	10,00
Payandeh	35	2321	—	—	—	66,31	8.642,93	130,00
Hazen	35	2321	—	—	—	66,31	8.642,93	4.431,00

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, V.C. de. **Fenologia de essências florestais amazônicas I**. Manaus, INPA, 1970. 25p. (INPA. Boletim. Pesquisas Florestais, 4).
- BASTOS, A.M. Os paus-rosas da indústria da essência. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, 7(16):45-54, 1943.
- BANCO DA AMAZÔNIA. Departamento de Estudos Econômicos, Belém, PA. **Pau-rosa: análise conjuntural**. Belém, 1970. 9p. (BASA. Documento, 10).
- BRASIL. SUDAM. Departamento de Recursos Naturais, Belém. O extrativismo do pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm.) — *A. roseodora*, Duckei. **SUDAM doc. amaz.**, Belém, 3(1/4); 5-55, out./set. 1971/72.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL/PROJETO RADAM BRASIL. **Folha SA-21 — Santarém; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1976. 522p. (Levantamento de recursos naturais, 10).
- CARVALHO, J.O.P. de. **Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em área da Floresta Nacional do Tapajós**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980. 20p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 2).
- CARVALHO, J.O.P. de. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará**. Curitiba, s.ed. 1982. 129p. Tese mestrado.
- DUBOIS, J.L.C. **Preliminary forest management guidelines for the National Forest of the Tapajós**. Belém, PRODEPEF, 1976. 42p.
- FINOL, U.H. Nuevos parámetros a considerarse en el analisis estructural de las sevas virgenes tropicales. **R. For. Venez.**, 14(21):29-42, 1971.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos metodos para el analisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Ci. Venez.**, 13(2):57-65, 1962.
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. & ALENCAR, J. da C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus, INPA, 1979. 2v.
- SILVA, J.N.M. & LOPES, J. do C.A. **Distribuição espacial de árvores na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 14p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 26).
- VIEIRA NETO, A. Aspectos silviculturais do "Pau rosa" (*Aniba duckei* Kostermans). II. Estudos sobre métodos de propagação. **Acta Amaz.**, Manaus, 2(1):51-8, abr. 1972.